



(19) REPUBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE ECONOMIA  
FOMENTO Y RECONSTRUCCION  
SUBSECRETARIA DE ECONOMIA



DEPARTAMENTO DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

(11) N° REGISTRO

(12) TIPO DE SOLICITUD:

☒ INVENCIÓN

☐ MODELO DE UTILIDAD

☐ PRECAUCIONAL

☐ MEJORA

☐ REVALIDA

(43) Fecha de Publicación:

(51) Int. Cl. 8:

(21) Número de Solicitud: 461-2002

(22) Fecha de Solicitud 08.03.2002

(30) Número de Prioridad: (país, n° y fecha)

US 60/274.414 09.03.2001

US 09/969.742 02.10.2001

(71) Nombre Solicitante: (Incluir dirección y tel.)

**JAMES HARDIE RESEARCH  
PTY LIMITED**

Level 1, Research and product  
development building, 10 Colquhoun  
Street AUSTRALIA

(72) Nombre inventor(es): (Incluir dirección)

LUO, Caichan;  
MERKLEY, Donald.

(74) Representante: (Incluir dirección y teléfono)

**SARGENT & KRAHN**  
Av. Andrés Bello 2711, Piso 19  
Las Condes, Santiago 368-3500

(54) Título de la Invención: (máximo 330 caracteres)

"MATERIALES DE COMPUESTOS DE CEMENTO REFORZADOS CON FIBRAS MEDIANTE  
LA UTILIZACIÓN DE FIBRAS TRATADAS QUÍMICAMENTE CON CAPACIDAD DE  
DISPERSIÓN MEJORADA"

(57) Resumen: (máximo 1300 caracteres)

Un material de construcción reforzado con fibras en una modalidad incorpora fibras de celulosa que se tratan químicamente con un dispersante para impartir capacidad de dispersión mejorada a las fibras. Las fibras se tratan con un dispersante, el cual desactiva los sitios hidroxilos de las superficies de las fibras y en algunos casos, vuelve la superficie de la fibra más hidrofóbica. El dispersante inhibe los grupos hidroxilos en la superficie de fibra de celulosa del enlace con grupos hidroxilos de otras fibras y grupos hidroxilos en la misma fibra, de este modo se reduce significativamente el enlace de hidrógeno inter-fibra e intra-fibra. Las fibras tratadas se pueden dispersar rápidamente y distribuir uniformemente en la totalidad de una mezcla sin re-agruparse o re-unirse una vez que se detiene la acción mecánica de mezcla. Las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada mejoran la eficacia de refuerzo y distribución de las fibras, lo cual a su vez mejora las propiedades claves mecánicas y físicas del material como el módulo de ruptura, resistencia a la tensión 2-dirección y firmeza y terminaciones de la superficie. Con eficacia mejorada de refuerzo de fibras, se requiere menos dosificación de fibras para lograr las propiedades físicas y mecánicas requeridas.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### Antecedentes de la invención

#### Area de la invención

En una modalidad esta invención se relaciona con el tratamiento químico de fibras de celulosa para impartir la fibra con capacidad de dispersión mejorada y mayor eficacia en materiales de compuestos con fibra reforzada. Mas particularmente, en una modalidad, esta invención se relaciona con materiales de compuestos de cemento reforzados con fibra de celulosa mediante la utilización de fibras químicamente tratadas con capacidad de dispersión mejorada, incluidos métodos para tratar fibras, formulaciones, métodos de elaboración y productos finales con propiedades mejoradas de materiales en relación con los mismos.

#### Descripción de la técnica relacionada

Los productos de cemento con fibras reforzadas como la formación de láminas, paneles, tablas y techumbre se han utilizado para realizar construcciones durante más de cien años. Las fibras reforzadas utilizadas en estos productos de construcción incluyen fibras de asbesto, fibras de celulosa (ver, por ejemplo, Patente Australiana N° 515151, patente estadounidense N° 6 030 447), fibras metálicas, fibras de vidrio y otras fibras naturales o sintéticas. En años recientes, la utilización de fibras de asbesto ha disminuido substancialmente debido a intereses relacionados con la salud asociados con la exposición e inhalación de fibras de asbesto. Como una alternativa viable, la celulosa de madera se ha convertido en una de las fibras predominantes utilizadas en materiales de construcción comerciales con fibra reforzada debido a que es una fibra reforzada natural renovable efectiva y de bajo costo compatible con los procesos comunes de elaboración de cemento de fibra, incluidos procesos autoclave.

Sin embargo, los materiales de cemento de fibra de celulosa reforzados pueden comprender desventajas de desempeño como una menor eficacia de refuerzo, una menor

resistencia y firmeza debido a la deficiente dispersión de las fibras y la distribución desigual de fibra en la mezcla de cemento. Estas desventajas se deben mayormente a la naturaleza hidrofílica de las fibras de celulosa. Generalmente, se comprende que las fibras de celulosa son principalmente polisacáridos compuestos por cinco o seis azúcares de carbono que comprenden múltiples grupos funcionales de hidroxilo y carboxilo. Estos grupos funcionales proporcionan fibras de celulosa con una fuerte tendencia a formar enlaces de hidrógeno intra-fibra e inter-fibra. A menudo, los enlaces de hidrógeno entre las fibras resultan en la formación de grupos o racimos de fibras. Los racimos de fibras son difíciles de dispersar en una mezcla cementicia incluso con la ayuda de procesos de hidropulpeo y refinamiento como se describen en Australian Patent N° 515151. Estos racimos de fibras son incluso más difíciles de dispersar en procesos de secado o semi-secado como extrusión, meldeado, Magnani y fundición. Además, es probable que el enlace de hidrógeno entre los diferentes grupos de hidroxilo de la misma fibra estimule el rizado de las fibras o forme pelotas de fibras, las cuales también pueden resultar en refuerzo de fibras con menor eficacia.

Por ejemplo, cuando las fibras se secan en el proceso de formación de láminas, el enlace de hidrógeno dentro y entre moléculas de celulosa es suficientemente fuerte de modo que es extremadamente difícil de lograr la fibración o dispersión completa de las fibras secas mediante medios mecánicos. Generalmente, la utilización de fibras fibradas o dispersas deficientemente en materiales de compuestos de cemento de fibra resulta en la distribución desigual de fibras y en una menor eficacia de refuerzo, lo cual a su vez puede conducir a una menor resistencia, firmeza y tensión en el producto final de cemento de fibra. De este modo, con el fin de lograr un cierto nivel de fortalecimiento, substancialmente se requieren más fibras para compensar la distribución desigual de fibras en la matriz cementicia, la cual a su vez puede significativamente incrementar el costo del material.

Una cantidad de referencias de la técnica anterior divulga métodos para mejorar la dispersión de fibras en una mezcla cementicia. Sin embargo, todas estas referencias se

dirigen a utilizar la acción mecánica para romper enlaces entre las fibras. Por ejemplo, la patente estadounidense N° 3.753.749 de Nutt divulga el molido u otra preparación mecánica de las fibras de antemano de modo que las fibras se puedan distribuir uniformemente en una mezcla concreta. La patente estadounidense N° 5.980.335 de Soroushian divulga la utilización de la acción mecánica para reducir el enlace entre las fibras de modo que estas se puedan dispersar en mezclas de concreto convencionales. Una desventaja de utilizar medios mecánicos para romper enlaces inter-fibras es que una vez que las fibras dispersas mecánicamente se colocan en la mezcla de concreto, los enlaces de hidrógeno pueden nuevamente formarse entre las fibras y provocar que las fibras de re-amontonen en la mezcla.

En la industria papelera, algunas investigaciones se han dirigido hacia fibras de celulosa tratadas químicamente para reducir la energía de fibración requerida para fibrar la pulpa. En vista que comúnmente se requiere gran energía para fibrar pulpa con fuertes enlaces de hidrógeno inter-fibra, se han realizado esfuerzos por reducir el enlace de hidrógeno entre las fibras en la pulpa mediante la adición de materiales químicos orgánicos y/o inorgánicos denominados despegadores para disminuir el requerimiento de energía de fibración. Comúnmente, los despegadores son surfactantes, sin embargo, también pueden ser rellenos inorgánicos. Estas fibras tratadas se han desarrollado principalmente para aplicaciones en elaboración de pañales y toallas higiénicas.

Hasta ahora, estas fibras tratadas químicamente se han utilizado exclusivamente en la industria papelera con el propósito de reducir la energía de fibración durante procesos de fibración como moler con martillos. No ha existido motivación por utilizar estas fibras tratadas químicamente para mejorar la dispersión de fibras como generalmente la dispersión de fibras no es una preocupación para la industria elaboradora de papel puesto que la mayoría de los procesos para elaborar papel como Fourdrinier, cilindro (Harschek) y alambre doble utilizan una solución de fibra muy diluida. Comúnmente, las consistencias de fibras en estas soluciones se encuentran entre 0,01% y 4% aproximadamente. A estas consistencias bajas, el agua romperá la mayoría de los enlaces de hidrógeno inter-fibra.

mientras los racimos remanentes de fibras se puedan dispersar fácilmente mediante la utilización de medios mecánicos como hidropulpeo, bombeo, deslaminado y refinamiento.

La dispersión deficiente de fibras continua con el planteamiento de un grave problema en la elaboración de materiales de compuestos de cemento reforzado con fibras, especialmente cuando se utilizan fibras largas en un proceso de secado o semi-secado donde es aún más difícil de lograr la dispersión de fibras. Comúnmente, la mezcla de cemento con fibras comprende un contenido sólido de 30% a 80% en peso aproximadamente en un proceso de secado o semi-secado como procesos de extrusión, fusión o moldeo. A estas altas concentraciones, no se puede lograr la dispersión de fibras mediante dilución, solvencia o agitación. Como consecuencia, a menudo los grupos o haces de fibras dispersos deficientemente producen la aparición de defectos en el producto final, incluida una pérdida significativa en las propiedades mecánicas. La gran alcalinidad del sistema acuoso de cemento de fibra (pH comúnmente mayor a 10) también estimula los enlaces de hidrógeno entre las fibras, lo cual puede ocasionar que las fibras sean más difíciles de dispersar en una mezcla cementicia que en la mayoría de los sistemas elaboradores de papel convencionales donde la solución de pulpa comúnmente se encuentra bajo condiciones ácidas o neutras.

En conformidad, existe una necesidad por una fibra que se pueda dispersar rápidamente y se distribuya uniformemente en materiales de construcción de compuestos reforzados con fibras. También existe una necesidad por un material de construcción reforzado con fibras, con eficacia reforzada y distribución de fibras mejoradas y procesos y formulaciones de materiales para elaborar las mismas.

#### Resumen de la invención

Ciertas modalidades preferidas de la invención presente proporcionan un material de construcción que incorpora fibras reforzadas donde al menos una porción de las fibras se trata químicamente para mejorar substancialmente la capacidad de dispersión de ellas. En una modalidad, las fibras se tratan al menos parcialmente con un dispersante de modo que

las fibras puedan permanecer substancialmente dispersas en una mezcla incluso luego de la mezcla mecánica de las fibras, de modo de reducir substancialmente la ocurrencia de reagrupar o amontonar las fibras en la mezcla. De preferencia, el dispersante une grupos hidroxilos en la superficie de la fibra de modo de inhibir substancialmente el enlace entre los grupos hidroxilos de diferentes fibras, de tal modo de reducir substancialmente los enlaces inter-fibras de hidrógeno. En una modalidad, el dispersante bloquea físicamente los grupos hidroxilos de modo de impedir substancialmente que los grupos hidroxilos se enlacen con los grupos hidroxilos de fibras distintas y/o de lugares diferentes de la misma fibra. En otra modalidad, el dispersante comprende al menos un grupo funcional que se une químicamente a los grupos hidroxilos en la superficie de la fibra de modo de impedir substancialmente que los grupos hidroxilos se enlacen con los grupos hidroxilos de diferentes fibras y/u otros grupos hidroxilos de la misma fibra. Los dispersantes pueden incluir, sin embargo, no se limitan a, elementos químicos orgánicos y/o inorgánicos como surfactantes y despegadores que vuelven la superficie de la fibra más hidrofóbica y de este modo más capaz de dispersarse en un medio acuoso.

Una formulación preferida de un material de construcción elaborada de acuerdo con las modalidades preferidas de la invención presente comprende un material de fijación cementicia, de preferencia cemento Portland; un agregado, de preferencia sílice, el cual se puede moler finamente si se va a autoclavar; fibras de celulosa, al menos algunas de las fibras de celulosa con superficies que al menos parcialmente se tratan con un dispersante de modo de volver las superficies hidrofóbicas y las fibras capaces de dispersarse más rápidamente, y uno o más aditivos. En una modalidad, el dispersante comprende un grupo funcional hidrofílico y un grupo funcional hidrofóbico, donde el grupo hidrofílico se enlaza permanentemente o temporalmente a los grupos hidroxilos en la superficie de la fibra en presencia de agua o un solvente orgánico en un modo tal que se impide que los grupos hidroxilos substancialmente se enlacen a otros grupos hidroxilos. El grupo hidrofóbico se coloca en la superficie de la fibra, repeliendo agua y otras fibras hidrofóbicas tratadas con ella. De preferencia, los dispersantes comprenden de 0,001% a 20% aproximadamente del

peso seco en horno de las fibras. En una modalidad, las fibras de celulosa comprenden fibras individualizadas donde la lignina de las fibras se remueve químicamente

Un método para elaborar un material de construcción de compuestos reforzados con fibras mediante la utilización de las formulaciones descritas, constituye otra modalidad de la invención presente. Un método preferido comprende proporcionar fibras de celulosa y tratar al menos una porción de ellas con un dispersante. El dispersante físicamente bloquea y/o se enlaza químicamente a al menos algunos de los grupos hidroxilos funcionales en la superficie de la fibra, de tal modo de disminuir substancialmente el enlace de hidrógeno inter-fibra y ocasionar que las fibras sean más capaces de dispersarse en una mezcla. En otra modalidad, las fibras de celulosa comprenden pulpas de pelusas tratadas químicamente y utilizadas en la industria papelera con el propósito de reducir la energía de fibración. Las fibras tratadas químicamente comprenden una capacidad de dispersión mejorada y se mezclan con un material de fijación cementicia y otros ingredientes para formar una mezcla de cemento de fibra. La mezcla de cemento de fibra se forma en un artículo de cemento de fibra de un tamaño y forma pre-seleccionados. El artículo de cemento de fibra se cura de modo de formar el material de construcción de compuestos reforzados con fibras.

Algunas de las etapas anteriores se pueden omitir o se pueden utilizar etapas adicionales, dependiendo de la aplicación particular. De preferencia, la etapa de tratar las fibras con un dispersante comprende tratarlas con compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos o combinaciones de ellos mediante la utilización de técnicas que implican la pulverización en seco o el tratamiento con solución, a pesar que son factibles otros métodos de aplicación de dispersantes, como revestimiento e impregnación. En una modalidad, de preferencia cada una de estas técnicas ocurre en presencia de agua o un solvente orgánico. De preferencia, la etapa de mezclar las fibras tratadas químicamente con ingredientes para formar una mezcla de cemento de fibra comprende mezclar las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada con materiales sin celulosa como material de fijación cementicia, agregado y aditivos de acuerdo con las formulaciones preferidas descritas aquí. En otra modalidad, las fibras tratadas químicamente con

capacidad de dispersión mejorada también se pueden mezclar con fibras de celulosa tradicionales no tratadas, fibras de pelusas y/o fibras inorgánicas naturales, y/o fibras sintéticas junto con otros ingredientes. Los procesos de fabricación pueden ser cualesquiera de las tecnologías existentes como extrusión, moldeo, fusión, moldeo con inyección, formación multi-cables y proceso Hatschek, etc.

La aplicación de las fibras tratadas químicamente de las modalidades preferidas mejora la dispersión de fibras y la eficacia de refuerzo en el material de construcción, el cual a su vez mejora las propiedades físicas y mecánicas claves del material. En una modalidad, la incorporación de las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada en el material de construcción aumenta el módulo de ruptura (MOR) en más de 5% aproximadamente y/o incrementa la firmeza en al menos 5% aproximadamente, mas preferible en 20% aproximadamente y/o incrementa la deformación en más de 5% y/o incrementa la resistencia a la tensión z-dirección en al menos 5% aproximadamente, mas preferible más de 10% aproximadamente, cuando se compara con un material de construcción elaborado con una formulación equivalente sin las fibras tratadas químicamente. Además, se pueden requerir menos fibras de celulosa en la elaboración de materiales de compuestos de propiedades mecánicas y físicas substancialmente similares debido a que las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada substancialmente obvian la necesidad por añadir fibras adicionales a la mezcla cementicia para compensar los racimos o grupos de fibras. Estas y otras ventajas serán evidentes a partir de la descripción siguiente en conjunto con los dibujos anexos.

#### Descripción breve de los dibujos

FIGURA 1 ilustra un flujo de proceso ejemplar de una modalidad de tratamiento de fibras con dispersantes en solución;

FIGURA 2 ilustra flujos de procesos ejemplares de gran cantidad de modalidades de tratamiento de fibras con dispersantes mediante la utilización de un proceso de pulverización en seco;

FIGURA 3 ilustra un flujo de proceso ejemplar de una modalidad para elaborar materiales de compuestos de cemento reforzado con fibras que incorporan fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada.

FIGURA 4 es un gráfico que ilustra las propiedades físicas y mecánicas claves de materiales de construcción de cemento de fibras con fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada de acuerdo con una modalidad preferida y materiales de cemento de fibras elaborados con fibras convencionales sin tratar.

#### Descripción detallada de las modalidades preferidas

Generalmente, las modalidades preferidas de la invención presente se relacionan con el tratamiento químico de las fibras de celulosa para impartir capacidad de dispersión de fibras mejorada y la utilización de estas fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada en materiales de construcción de compuestos reforzados de fibras cementicias. También se describen los métodos de procesamiento para el tratamiento químico de las fibras para que sean capaces de dispersarse más rápidamente, formulaciones de materiales de compuestos mediante la utilización de estas fibras tratadas químicamente y mejoras en las propiedades mecánicas y físicas del material final de compuesto.

Generalmente, las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se definen por incluir fibras que pueden distribuirse más rápidamente en una mezcla como una matriz cementicia y que permanecen substancialmente dispersas incluso luego que se detiene la acción de mezcla mecánica. En contraste con las fibras que se dispersan principalmente mediante medios mecánicos, estas fibras tratadas químicamente, cuando se incorporan en una mezcla, permanecen substancialmente dispersas en la mezcla sin re-agrupación o amontonamiento una vez que se detiene la acción de mezcla.

#### Fibras con capacidad de dispersión mejorada

En una modalidad, esta invención se relaciona con la aplicación de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada en materiales de construcción

reforzados con fibra de celulosa cementicia. Generalmente, las fibras tratadas químicamente comprenden fibras que se tratan con uno o más compuestos químicos (dispersantes) que inhiben que las fibras formen enlaces inter-fibras. En una modalidad preferida, los dispersantes enlazan los grupos funcionales hidroxilos en la superficie de la fibra mediante el bloqueo físico del lugar o del enlace químico con los grupos hidroxilos de modo de impedir substancialmente que los grupos hidroxilos formen enlaces de hidrógeno con los grupos hidroxilos en las fibras adyacentes. Los dispersantes se pueden aplicar a las fibras de celulosa largas y cortas para impartir las fibras con capacidad de dispersión mejorada. Las fibras largas se definen aquí como fibras con una longitud promedio de longitud-peso de más de 1 mm aproximadamente y las fibras cortas se definen como fibras con una longitud promedio de longitud-peso menor a 1 mm aproximadamente. Las modalidades preferidas de la invención presente se pueden aplicar a, sin embargo, no limitar a, fibras con longitud promedio de longitud-peso de 0,01 a 7,0 mm aproximadamente.

#### Químicos dispersantes y fibras de celulosa para el tratamiento de fibras

De preferencia, los químicos seleccionados para mejorar la capacidad de dispersión de las fibras producen que la superficie de la fibra sea más hidrofóbica y/o que pueda reducir significativamente la ocurrencia del enlaces inter-fibra, de este modo las fibras se pueden dispersar más rápidamente. En una modalidad, los dispersantes se unen a la superficie de la fibra en un modo tal que bloquean físicamente la posibilidad que los grupos hidroxilos en la superficie de la fibra contacten fibras adyacentes, de tal modo de debilitar significativamente los efectos del enlace de hidrógeno entre los grupos hidroxilos de fibras adyacentes. En otra modalidad, los dispersantes contienen grupos funcionales que se unen químicamente a los grupos hidroxilos en la superficie de la fibra de modo de inhibir la formación de enlaces de hidrógeno entre los grupos hidroxilos de fibras diferentes. Los químicos que se pueden utilizar como dispersantes en el proceso para el tratamiento de fibras de las modalidades preferidas incluyen, sin embargo, no se limitan a:

- compuestos de poliamina;
- compuestos catiónicos cuaternáminas que incluyen sales de amonio cuaternario alquiltrimetil, sales de amonio cuaternario dialquildimetil, cloruros benzilalquil, sales de amonio cuaternario etoxiladas, sales de amonio cuaternario propoxiladas, etc.
- Surfactantes catiónicos, aniónicos y no iónicos.
- Combinaciones de surfactantes catiónicos y no iónicos o de surfactantes aniónicos y no iónicos.
- Químicos disponibles comercialmente que se conocen comúnmente en la industria papelera como despegadores de pulpa de pelusas como: Berocell 587K, 584, 509, 509HA y 614 de EKA Chemicals Inc. de Marietta, GA, EMCOL CC-42 de Witco Chemicals Inc. de Greenwich, Connecticut; y Quaker 3190 y 2028 de Hercules Inc. de Kalamazoo, Michigan;
- Alquilalcoxilsilano, alcoxilsilano y organosilano de haluro.

Adicionalmente, otros químicos comercialmente disponibles como surfactantes y despegadores también se pueden aplicar a las fibras como dispersantes en el proceso preferido para el tratamiento de fibras. Se apreciará que la lista anterior de los compuestos químicos solo es ilustrativa de los ejemplos de sustancias que se pueden utilizar para tratar fibras con el fin de impartir capacidad de dispersión mejorada. El dispersante también pueden ser otros compuestos orgánicos o inorgánicos adecuados o combinaciones de ellos, dependiendo de los atributos particulares requeridos para la aplicación específica del material de cemento de fibra.

Las fibras de celulosa que se utilizan para el tratamiento químico con un dispersante se pueden elaborar mediante gran cantidad de métodos de pulpeo. En el proceso de pulpeo, madera u otras materias primas lignocelulósicas como kenaf, paja y bambú, etc., se reducen a una masa fibrosa mediante la ruptura de los enlaces dentro de las estructuras de los materiales lignocelulósicos. Esta tarea se puede realizar químicamente, mecánicamente, termalmente, biológicamente o mediante combinaciones de estos tratamientos. Basándose

en los químicos utilizados en el proceso, los métodos químicos de pulpeo se clasifican como Soda, Kraft, Kraft-AQ, Soda-AQ, Delignificación de Oxígeno, Kraft-Oxígeno, Métodos de solvente y Pulpeo de sulfito, explosión de vapor o cualesquier otras técnicas de pulpeo. En algunas modalidades, las fibras de celulosa se separan en fibras individuales al romperse los enlaces entre los componentes celulósicos y de lignina. Lignina, la cual actúa como una hemicelulosa y celulosa adhesiva para proporcionar resistencia mecánica en la madera, se quiebra y disuelve mediante reacciones químicas. Estas reacciones químicas para individualizar las fibras se pueden realizar en un reactor, a menudo denominado digestor, bajo una temperatura alta de 150°C a 250°C aproximadamente durante 30 minutos a 3 horas aproximadamente.

Las fibras de celulosa utilizadas para el tratamiento dispersante pueden ser pulpas de celulosa sin refinar/sin fibrilar o pulpas de celulosa refinadas/fibriladas de fuentes, incluidas, sin embargo, no limitadas a, pulpa de celulosa blanqueada, sin blanquear o semi blanqueada producida mediante varias técnica de pulpeo. Las pulpas de celulosa se pueden elaborar de materias primas agrícolas, de madera blanda, de madera dura, papel de desecho reciclado o cualquiera otra forma de materiales lignocelulósicos.

Además, las fibras de celulosa pueden ser fibras de celulosa elaboradas como fibras cargadas descritas en la solicitud copendiente del solicitante titulada FIBER CEMENT COMPOSITE MATERIALS USING CELLULOSE FIBERS LOADED WITH INORGANIC AND/OR ORGANIC SUBSTANCES, serie N° 09/969,957, registrada el 2 de octubre del 2001 y/o fibras clasificadas descritas en la solicitud copendiente del solicitante titulada FIBER CEMENT COMPOSITE MATERIALS USING SIZED CELLULOSE FIBERS, serie N° 09/969,742, registrada el 2 de octubre del 2001 y/o fibras tratadas con insecticida descritas en la solicitud copendiente del solicitante titulada FIBER CEMENT COMPOSITE MATERIALS USING BIOCIDES TREATED DURABLE CELLULOSE FIBERS, serie N° 09/969,964, registrada el 2 de octubre del 2001. La totalidad de cada una de estas solicitudes se incorpora aquí como referencia.

secado en horno a baja temperatura y otras técnicas de secado que no presentan daños significativos a la integridad de la fibra. En una modalidad, las fibras desaguadas se mezclan completamente en un recipiente de reactor mediante la utilización de dispensadores, mezcladores o hidra-pulpers de cualquier tipo. Como se muestra en la Figura 1, el agua de la etapa de desagüe 104 se puede reciclar a la planta de agua 104a y circular nuevamente hacia la etapa 102.

Luego, el proceso 100 continua con la etapa 106 en la cual se realizan las reacciones de tratamiento de dispersantes. De preferencia, los dispersantes preparados se añaden al reactor mientras se aplican mezcla y agitación constantes. En una modalidad, los dispersantes comprenden surfactantes como cuaternariamina, poliamina y combinaciones de ellos. De preferencia, la dosificación de los dispersantes es de hasta 20% aproximadamente de la masa seca en horno de la pulpa de celulosa. De preferencia, los dispersantes unen los grupos hidroxilos en la superficie de la fibra de modo de inhibir los grupos hidroxilos de los enlaces de hidrógeno que se forman con grupos hidroxilos en fibras adyacentes. El debilitamiento de la formación y/o enlace de hidrógeno inter-fibras de nubes hidrofóbicas alrededor de fibras tratadas con surfactante, permite que las fibras sean capaces de dispersarse más rápido en solución e inhibe que las fibras se agrupen una vez que se detiene la acción mecánica de mezcla. Sin embargo, de preferencia los sistemas reactores se equipan con algunos tipos de dispositivos de agitación para asegurar una mezcla adecuada.

Las reacciones para el tratamiento de dispersantes se pueden realizar a temperatura ambiente o a una temperatura elevada de hasta 250°C aproximadamente, más preferible menor a 150°C. El tiempo de retención varía dependiendo del dispersante particular, sin embargo, de preferencia fluctúa de 30 segundos a 24 horas aproximadamente. Se pueden utilizar los reactores discontinuos o continuos de todos los tipos, sin embargo, se prefieren reactores de flujo de tapón o de depósito semi-continuos para el tratamiento de fibras en esta modalidad.

Luego que se alcanza un período predeterminado de retención, los dispersantes

residuales se pueden separar y remover mediante centrifugación o filtración como se muestra en la etapa 108 del proceso 100. En una modalidad, los dispersantes residuales se reciclan y reutilizan. De preferencia, las fibras de post reacción se secan con horno a baja temperatura, evaporación al vacío y otras técnicas de secado no destructivas. Luego, las fibras tratadas se incorporan en los materiales de compuestos de cemento de fibra en la etapa 110.

**Tabla 1: Condiciones para el tratamiento de dispersantes de algunas modalidades**

Parámetros	Rangos	Más preferido
Porcentajes de fibras en solución (% en peso)	0,01 a 70 aproximadamente	0,5 a 10 aproximadamente
Libertad de fibras luego de la fibrilación (CSF)	0 a 800 aproximadamente	100 a 700 aproximadamente
Dosificación de dispersantes (% en peso de fibras)	0,001 a 20 aproximadamente	0,01 a 10 aproximadamente

La Tabla 1 proporciona ejemplos de condiciones de reacción del proceso 100 de tratamiento de fibras descrito anteriormente. Sin embargo, se puede realizar gran cantidad de cambios y modificaciones en las condiciones de las modalidades presentadas aquí sin apartarse del espíritu de la invención.

#### Tratamiento de fibra mediante pulverización en seco

La Figura 2 ilustra gran cantidad de modalidades para tratar fibras mediante la pulverización en seco. El proceso 200 comienza con la etapa 202 en la cual se preparan las materias primas para el tratamiento. Las fibras sin tratar se pueden recibir en varias formas como hojas de pulpa (láminas) en fardos 202a; láminas de pulpa en rodillos 202b; fibras fibradas (molidas con martillo o trituradas) en fardos, contenedores o silos 202c; fibras secas o semi-secas fibriladas (refinadas) en fardos, silos o contenedores 202d; y otras

formas secas de fibras de celulosa.

Como se presenta en la Figura 2, en la etapa de tratar pulpas en formas de rodillos o hojas/láminas 202a y 202b, se pulverizan dispersantes en fibras de celulosa como se muestra en las etapas 204a y 204b. Los dispersantes pueden reaccionar con moléculas en la superficie de la fibra antes, durante o después del proceso de fibración. En estos sistemas de pulverización, los dispersantes se pueden evaporar y los elementos químicos evaporados se pueden presurizar para proporcionar velocidades de pulverización suficientes. Algunos gases transportadores se pueden utilizar para pulverizar los dispersantes en emulsiones de látex. De preferencia, las boquillas se seleccionan para generar partículas de pulverización lo más finas posibles.

En otra modalidad de este tratamiento, se aplican los dispersantes en láminas, rodillos u hojas de pulpa al sumergir los tejidos de pulpa en solución de los dispersantes. Luego de un período de retención predeterminado para permitir que los dispersantes reaccionen con las fibras, las pulpas se individualizan o fibran mediante técnicas como molido con martillo, trituración, molido con rodillo, deslaminado o refinamiento. Las reacciones dispersantes y fibración también se pueden realizar al mismo tiempo mediante la pulverización de elementos químicos en las fibras durante los procesos de fibración. Como muestra la Figura 2, al tratar las fibras fibradas 202c, los dispersantes se pulverizarán en las fibras fibradas como se muestra en la etapa 204c. Las reacciones dispersantes se realizan en un reactor con agitación/mezcla vigorosa. El tratamiento dispersante también se puede realizar en sistemas como secadores flash, molinos con martillo, cámaras convencionales de aplicación de resinas o reactores cerrados de depósito para mezcla.

En otra modalidad, las fibras de celulosa fibriladas en una forma seca se pueden utilizar en el tratamiento de fibras 204d. En la preparación de fibras secas fibriladas, la pulpa de celulosa se refina mediante la utilización de deslaminadores, refinadores de pulpa o hidrapulpers convencionales. Luego, las fibras fibriladas se desaguan y/o secan mediante la utilización de técnicas como secado flash y secado con aire. Entonces, las fibras fibriladas húmedas o secas se contactan con los dispersantes deseados en un reactor. El

tratamiento de dispersantes de estas modalidades se puede realizar a temperatura ambiente o temperaturas elevadas bajo presiones atmosféricas o elevadas. El período de retención para el tratamiento puede variar para acomodar el proceso y equipo, de preferencia 30 segundos a 24 horas. De preferencia, la dosificación de los dispersantes se encuentra en el rango de 0,001% a 20% aproximadamente de las fibras secas en horno. La temperatura de reacción puede ser de hasta 250°C aproximadamente, de preferencia menor a 150°C aproximadamente.

Como se presenta en la Figura 2, las fibras tratadas se condicionan consecutivamente en la etapa 206. Las fibras tratadas se pueden condicionar mediante técnicas como secado, humectación y dispersión. Luego de acondicionar las fibras, estas se procesan mayormente. Las fibras tratadas químicamente con un dispersante se dispersan o fibrilan. En algunos casos, puede que no se requiera fibrilación. Luego, las fibras tratadas químicamente se incorporan en la elaboración de materiales compuestos de cemento de fibra en la etapa 208.

Los dispersantes también se pueden aplicar directamente en el proceso para elaborar materiales de compuestos de cemento de fibras como se describirá más detalladamente a continuación. De preferencia, los dispersantes se añaden a las fibras antes de la mezcla con otros ingredientes. En algunas modalidades, las fibras de celulosa utilizadas para la preparación de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada son fibras de celulosa individualizadas con remociones parciales o completas de componentes de lignina desde las paredes celulares de fibras. En otras modalidades, las fibras de celulosa utilizadas no son fibras de celulosa individualizadas en las cuales los componentes de lignina permanecen intactos.

Como una alternativa para tratar las fibras mediante la utilización de los métodos descritos anteriormente para impartir capacidad de dispersión mejorada, algunas pulpas de pelusas tratadas comercialmente disponibles que se pretenden utilizar en la industria papelera para aplicaciones en pañales, toallas higiénicas, protectores de utilización en hospitales y productos absorbentes para higiene desechables también se pueden utilizar

como fibras en algunas modalidades de la invención presente. Estas pulpas tratadas utilizadas en la industria papelera comúnmente conocidas como pulpas de pelusas tratadas generalmente contienen agentes separadores que debilitan el enlace inter-fibras e intra-fibras de modo que se puede lograr una mejor fibración de la pulpa con una menor cantidad de energía. Aunque estos productos de pulpa de pelusas tratados se han utilizado exclusivamente en la industria papelera con el propósito de reducir la energía de fibración, el solicitante ha descubierto que algunas de estas pulpas se pueden adaptar para utilizar en ciertas modalidades preferidas de la invención presente con el fin de mejorar la capacidad de dispersión de las fibras y reforzar la eficacia en una matriz cementicia. Estos productos comerciales de pulpa incluyen, sin embargo, no se limitan a:

- Golden Isles EE-100 Grado 4822, 4825, 4839 de Georgia Pacific Co. de Atlanta, Georgia;
- NF401, NF405 y CF405 de Weyerhaeuser Co. de Tacoma, Washington;
- Rayfloc-J-MX-E de Raynoier de Jesup, Florida y
- Georgetown Supersoft Plus de International Paper Co. de Tuxedo, Nueva York.

Formulación para elaborar materiales de cemento reforzados con fibras mediante la utilización de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada

Gran cantidad de las modalidades descritas aquí se pueden incluir en la formulación siguiente:

- 10%-80% en peso aproximadamente de cemento (material de fijación hidráulico)
- 20%-80% en peso aproximadamente de sílice (agregado)
- 0%-50% en peso aproximadamente de modificadores de densidad;
- 0%-10% en peso aproximadamente de aditivos; y
- 0,5%-20% en peso aproximadamente, más preferible de 4% a 12% en peso

aproximadamente de fibras de celulosa tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada o una combinación de fibras de celulosa tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada y/o fibras regulares y/o fibras inorgánicas naturales y/o fibras sintéticas.

De preferencia, el material de fijación cementicia es cemento Pórtland, sin embargo, también puede ser, sin limitarse a, cemento con un alto porcentaje de alúmina, cal, cemento con un alto porcentaje de fosfato y cemento granulado de escoria de descarga en horno o mezclas de ellos. De preferencia, el agregado es arena silicea molida, sin embargo, también puede ser, sin limitarse a, sílice amorfa, micro sílice, sílice fumada, tierra diatomácea, ceniza volante de la combustión del carbón y cenizas inferiores, cenizas de cáscara de arroz, escoria de descarga en horno, escoria granulada, escoria de acero, óxidos minerales, hidróxidos minerales, arcillas, dolomía y magnesita, óxidos metálicos e hidróxidos y glóbulos poliméricos o mezclas de ellos.

Los modificadores de densidad pueden ser materiales livianos orgánicos y/o inorgánicos. Los modificadores de densidad pueden incluir materiales plásticos cóncavos, materiales de vidrio y cerámicos, hidratos de silicato de calcio, microesferas y cenizas volcánicas incluidas perlita, pómez, balones shirasu y zeolitas en formas expandidas. Los modificadores de densidad pueden ser materiales naturales o sintéticos. Los aditivos pueden incluir, sin embargo, no limitarse a, modificadores de viscosidad, retardantes de fuego, agentes a prueba de agua, sílice fumada, sílice geotérmica, espesantes, pigmentos, colorantes, plastificantes, agentes formadores, floculentos, elementos de drenaje, elementos de resistencia húmedos y secos, materiales de silicona, polvo de aluminio, arcilla, caolín, trihidrato de alúmina, mica, metacaolín, carbonato de calcio, wollastonita y emulsión de resina polimérica o mezclas de ellas.

Las fibras de celulosa tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se pueden utilizar en una variedad de materiales de compuestos con diferentes proporciones de materiales de fijación cementicia, agregados, fibras (químicamente tratadas y/o convencionales) y aditivos para obtener propiedades óptimas para una aplicación particular.

En una modalidad, la formulación del compuesto contiene 0,5% a 20% aproximadamente de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada en peso. Además, las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se pueden mezclar con fibras convencionales sin tratamiento químico y/o fibras sintéticas de polímero en proporciones diferentes. Se apreciará que el porcentaje de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada puede variar dependiendo del proceso y/o aplicación deseada. Además, la proporción del material de fijación cementicia, agregado, modificadores de densidad y aditivos también puede variar para obtener propiedades óptimas para aplicaciones diferentes como techumbre, plataformas, cercas, pavimento, cañerías, tablas de forro, decoración, soffitos, respaldo para el soporte de las cerámicas.

En modalidades preferidas de la invención presente, cuando se va a autoclavar el material de construcción, se utiliza una menor cantidad de cemento en la formulación incorporando fibras de celulosa tratadas químicamente y que se pueden dispersar más rápidamente. En una modalidad la formulación para los materiales de compuestos de cemento de fibra autoclaveados comprende:

- 20-50% en peso aproximadamente de cemento, más preferible, 35% aproximadamente
- 30-70% en peso aproximadamente de sílice finamente molida, más preferible 60% aproximadamente
- 0-50% en peso aproximadamente de modificadores de densidad;
- 0-10% en peso aproximadamente de aditivos, más preferible 5% aproximadamente; y
- 0,5-20% en peso aproximadamente de fibras, más preferible de 4-12% de fibras aproximadamente, donde algunos porcentajes, hasta 100% de las fibras son fibras de celulosa tratadas con dispersantes para incrementar la hidrofobicidad y en consecuencia la dispersión de las fibras.

Alternativamente, para un producto curado con aire, se puede utilizar un mayor

porcentaje de cemento, más preferible 60-90% aproximadamente. En una modalidad de curación con aire, no se utiliza la sílice finamente molida, aunque se puede utilizar sílice como un relleno.

De preferencia, para los procesos húmedos, las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada comprenden una libertad de 100-700 grados aproximadamente de Canadian Standard Freeness (CSF) con contenidos de humedad de 0% a 99% basados en el peso seco en horno medido de acuerdo con el método TAPPI T227 om-99. Para los procesos de secado o semi-secado, se prefieren las fibras fibradas. El agregado y el material de fijación cementicia comprenden áreas superficiales de 150 a 400 m<sup>2</sup>/kg aproximadamente y de 300 a 450 m<sup>2</sup>/kg aproximadamente, respectivamente. El área superficial para el cemento y el agregado se somete a análisis de acuerdo con ASTM C204-96a.

Método para elaborar materiales de construcción de cemento de fibra mediante la utilización de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada

Un método para elaborar un material de construcción de compuestos reforzado con fibras mediante la utilización de las formulaciones descritas, constituye otra modalidad de la invención presente. Un proceso preferido para elaborar un material de compuesto cementicio reforzado con fibras que incorpora fibras de celulosa tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada comienza con el tratamiento de fibras de celulosa con uno o más dispersantes en los cuales la superficie de la fibra se vuelve substancialmente hidrofóbica. De preferencia, los grupos funcionales hidroxilos en la superficie de la fibra se inhiben de formar enlaces de hidrógeno con otros grupos hidroxilos, de modo de reducir substancialmente la ocurrencia de enlaces inter-fibras. En una modalidad, el método además comprende la dispersión mecánica de fibras no tratadas a una consistencia pre-seleccionada para separar las fibras, de modo de facilitar el tratamiento químico de la superficie de la fibra y fibrilar las fibras no tratadas a un rango de libertad pre-seleccionado. Luego de tratar químicamente las fibras con un dispersante, el método preferido comprende

mezclar las fibras tratadas químicamente con ingredientes para formar una mezcla de cemento de fibras de acuerdo con las formulaciones preferidas, formando la mezcla de cemento de fibra en un artículo de cemento de fibra de un tamaño y forma pre-seleccionados y curando el artículo de cemento de fibras de modo de formar el material de construcción de compuestos reforzado con fibras.

Los dispersantes se pueden aplicar en cualesquiera de las etapas anteriores antes de formar la mezcla de cemento de fibras en un artículo de cemento de fibras y curarlo. De preferencia, en primer lugar los químicos se añaden a las fibras para permitir que transcurra tiempo suficiente para las reacciones químicas antes de mezclar las fibras con otros ingredientes para formar la mezcla de cemento de fibras. En algunas modalidades, sin embargo, se pueden añadir los dispersantes a la mezcla de cemento de fibras mientras las fibras se mezclan junto con otros ingredientes. De modo ventajoso, las fibras tratadas con dispersantes permanecen substancialmente dispersas en una mezcla de cemento incluso luego de que se detiene la acción de mezcla mecánica, de modo de reducir substancialmente la ocurrencia de re-agrupación o unión de las fibras en la mezcla de cemento. Como se describirá detalladamente en forma posterior, las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada proporcionan el material de compuesto final con una distribución de fibras más uniforme e inhiben la formación de racimos o grupos de fibras que se conocen por reducir la eficacia de refuerzo de las fibras del producto.

De preferencia, la etapa de mezclar las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada con otros ingredientes para formar una mezcla de cemento de fibra comprende mezclar las fibras tratadas químicamente con materiales sin celulosa como material de fijación hidráulico, agregado, modificadores de densidad y aditivos de acuerdo con las formulaciones preferidas de esta invención. En algunas modalidades, las fibras tratadas químicamente también se pueden mezclar con fibras sintéticas junto con otros ingredientes. Los procesos de fabricación pueden utilizar cualesquiera de las tecnologías existentes, como extrusión, moldeo, moldeo con inyección, fundición y proceso Hatschek, etc.

La Figura 3 ilustra un proceso 300 preferido para elaborar un material de compuesto cementicio reforzado con fibras que incorpora las fibras de celulosa tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada. Como se muestra en la Figura 3, el proceso comienza con la etapa 302 en la cual las fibras de celulosa se tratan con dispersantes para impartir las fibras con hidrofobicidad. También se puede utilizar una fibra pre-preparada tratada químicamente con capacidad de dispersión mejorada.

Las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se procesan consecutivamente en la etapa 304. La etapa de procesamiento de fibras 304 comúnmente implica fibrilaciones y dispersión de fibras. En una modalidad, las fibras se dispersan a una consistencia de 1% a 6% aproximadamente en un hidra-pulper, el cual también imparte algo de fibrilación. Se puede lograr mayor fibrilación mediante la utilización de un refinador o una serie de refinadores. Una vez dispersas, las fibras se fibrilan a un rango de 0 a 800 grados de CSF (Canadian Standard Freeness), más preferible entre 100 a 700 grados aproximadamente de CSF. La dispersión y fibrilación también se pueden obtener mediante otras técnicas como molido con martillo, deslaminado, trituración y técnicas similares. Además, la utilización de fibras tratadas químicamente con un dispersante sin fibrilación también es aceptable para algunos productos y procesos.

Como se muestra en la Figura 3, en la etapa 306, las fibras de celulosa tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se mezclan en forma proporcional con otros ingredientes para formar una mezcla flotante, solución o pasta. De preferencia, las fibras se mezclan con cemento, sílice un modificador de densidad y otros aditivos en un proceso de mezcla conocido para formar una solución o pasta. De preferencia, las fibras se mezclan con cemento, sílice, un modificador de densidad y otros aditivos en un proceso de mezcla conocido para formar una solución o pasta. Las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se dispersarán más rápidamente y distribuirán uniformemente en la totalidad de la mezcla. Además, las fibras permanecerán substancialmente dispersas incluso después que se detiene la acción mecánica de mezcla, de modo de reducir la ocurrencia de la re-agrupación o unión de las fibras. En el mezclador, la

fibra sintética también se puede unir con las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada.

El proceso 300 continua con la etapa 308 en la cual la mezcla se puede formar en un artículo formado sin curar o “verde” mediante la utilización de una cantidad de técnicas de elaboración convencionales como se conocen por aquellos experimentados en la técnica, como:

- Extrusión;
- Proceso Hatschek de láminas;
- Proceso Mazza de cañerías;
- Proceso Magnani;
- Moldeo por inyección;
- Acumulación manual;
- Moldeo;
- Fundición;
- Prensado por filtro;
- Formación Fourdrinier;
- Formación multi-cables;
- Formación de hoja ahuecada;
- Formación de rodillo/hoja ahuecada;
- Formación bel-rodillo;
- Otros.

Estos procesos también pueden incluir una operación de prensado o repujado luego que se forma el artículo. Más preferible, no se utiliza el prensado. Las etapas de proceso y los parámetros utilizados para lograr el producto final mediante la utilización de un proceso Hatschek son similares a lo que se describe en la Patente Australiana N° 515151.

A continuación de la etapa 308, se cura el artículo “verde” o formado sin curar en la etapa 310. De preferencia, el artículo se pre-cura hasta 80 horas aproximadamente,

idealmente 24 horas aproximadamente o menos. Luego, el artículo se cura con aire durante 30 días aproximadamente. Más preferible, el artículo pre-curado se autoclavea a una presión y temperatura elevadas en un ambiente saturado de vapor de 60°C a 200°C aproximadamente, durante 3 a 30 horas aproximadamente, más preferible 24 horas aproximadamente o menos. El tiempo y la temperatura escogidos para los procesos de pre-curado y curado dependen de la formulación, el proceso de elaboración, los parámetros del proceso y la forma final del producto.

#### Materiales de compuestos de cemento reforzado con fibras mediante la utilización de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada

Aplicaciones de las fibras de celulosa tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada en materiales de compuestos reforzados con fibras pueden mejorar las propiedades mecánicas y físicas del producto de construcción final. Los productos de cemento de fibra mediante la utilización de estas fibras tratadas químicamente comprenden dispersión mejorada de fibras, eficacia mejorada del reforzamiento con fibras, tensión y firmeza mejoradas. La utilización de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada obvia la necesidad de añadir fibras adicionales al material de compuesto para compensar la deficiente distribución de las fibras. De este modo, se requieren menos fibras para lograr lo mismo y con propiedades físicas y mecánicas mejores en el producto final, lo cual puede resultar en reducciones significativas de costo. Otras características deseables de materiales de cemento de fibras mediante la utilización de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada incluyen resistencia mejorada al agua y terminaciones de superficie más suaves cuando se utiliza el proceso de extrusión, moldeo o fundición. Además, las fibras largas que son generalmente más difíciles de dispersar que las fibras cortas y de este modo en algunas ocasiones evitadas, también se pueden tratar para proporcionarles una capacidad de dispersión mejorada. Las fibras largas tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se pueden

utilizar en la formulación para proporcionar beneficios adicionales mediante la utilización de fibras largas de celulosa como un agente de refuerzo.

Los ejemplos siguientes demuestran algunas de las características deseables que las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada proporcionan en las formulaciones de los materiales de compuestos de cemento reforzado con fibras. Se apreciará que las formulaciones de cemento de fibras de seleccionan solamente para propósitos de comparación y que se puede utilizar una variedad de otras formulaciones sin apartarse del área de la invención presente. También se apreciará que en adición a los productos de cemento de fibra, otros materiales cementicios y no cementicios como materiales poliméricos, de madera y otros materiales también pueden utilizar fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada en la formulación para mejorar las propiedades mecánicas y físicas del material. El área de la invención presente no se limita a los materiales de construcción de compuestos cementicios ni a los materiales de construcción en general.

#### Ejemplo 1

En este ejemplo se fibraron dos tipos de fibras de celulosa en forma seca mediante molido con martillo. Uno fue la pulpa tratada sin enlaces de la pulpa Weyerhaeuser grado NF401 y la otra fue la fibra de control, las mismas fibras sin tratamiento sin enlaces (pulpa Weyerhaeuser grado NF416). Especímenes de compuestos de cemento de fibra se fabricaron mediante la utilización de un proceso de extrusión. La formulación para las muestras A y B fue la misma excepto que se utilizaron fibras distintas. La formulación contuvo 10% de fibras (fibras tratadas químicamente con dispersión mejorada para la formulación A y la fibras convencionales sin tratar para la formulación B), 10% hidrato de silicato de calcio, 1,5% metilcelulosa, 39,25% cemento Pórtland y 39,25% sílice molida. Las muestras extruidas se pre-curaron a 150°C durante 12 horas y luego se curaron mediante autoclave a 185°C durante 12 horas. Las densidades de las Muestras A y B fueron de 0,9 gramos aproximadamente, por centímetro cúbico. En la Tabla 2 se presentan algunas

propiedades mecánicas y físicas claves de las muestras A y B.

Tabla 2: Comparación de propiedades claves físicas y mecánicas de materiales extruidos de cemento de fibra mediante la utilización de fibras tratadas químicamente y fibras capaces de dispersarse rápidamente (A) y fibras convencionales de celulosa sin tratar (B)

Propiedades físicas	Muestras	
	A	B (Control)
Módulo de Ruptura (MOR, MPa)	6,44	5,75
Resistencia a la tensión Z-Dirección (MPa)	2,33	1,81
Firmeza (KJ/m <sup>3</sup> )	2,27	0,93

La Tabla 2 proporciona una comparación ilustrativa de varias propiedades mecánicas y físicas de productos de cemento de fibras elaborados con formulaciones que incorporan las fibras de celulosa tratadas químicamente para proporcionar capacidad de dispersión mejorada y aquellas que utilizan fibras convencionales no tratadas. Módulo de ruptura (MOR), resistencia a la tensión Z-dirección y firmeza se sometieron a ensayo de acuerdo con ASTM (American Standard Test Method) C1185-98a titulado "Standard Test Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles and Clapboards". Se apreciará por alguien experimentado en la técnica que los valores específicos de las propiedades mecánicas particulares diferirán al variar la densidad seca en el horno.

Como se presenta en la Tabla 2, MOR, la resistencia a la tensión Z-dirección y la firmeza son todas mayores para los materiales de cemento de fibras elaborados con las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada. En particular, firmeza y resistencia son propiedades físicas que se influyen enormemente por el grado de dispersión de fibras. Por consiguiente, el grado de dispersión de fibras se puede medir

indirectamente al comparar los valores de resistencia y firmeza de compuestos elaborados con y sin las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada. Las fibras que se dispersan mejor resultarán en un valor mayor de resistencia y firmeza por unidad de masa de la fibra añadida en el producto final. Como se presenta en la Tabla 2, esta modalidad de la invención incrementa el MOR en 12% aproximadamente, la resistencia a la tensión de Z-dirección en 28% aproximadamente y la firmeza en 144% aproximadamente cuando se compara con la formulación equivalente elaborada sin fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada. Una formulación equivalente se define aquí como una en la cual las fibras de celulosa preferidas tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se reemplazan mediante un porcentaje equivalente de fibras de celulosa que no se tratan con un dispersante de acuerdo con las modalidades de la invención presente. La Tabla 2 muestra que los materiales de cemento de fibras elaborados con fibras tratadas químicamente comprenden mejores propiedades físicas y mecánicas que los materiales de cemento de fibras de formulaciones equivalentes, sin embargo, elaborados con fibras convencionales no tratadas.

### Ejemplo 2

La Figura 4 ilustra una comparación de las propiedades claves mecánicas y físicas de materiales extruidos de compuesto de cemento reforzado con fibras elaborados con y sin fibras tratadas químicamente. La muestra C se preparó con fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada (grado Weyerhaeuser NF405, fibras tratadas sin enlaces) mientras que la muestra D contiene pulpa común (grado Weyerhaeuser CF416). Las muestras comprenden la misma formulación excepto para las fibras utilizadas: 10% de las fibras tratadas (NF405), 10% de CF416. Las fibras se fibraron mediante molido con martillo. Las muestras se prepararon mediante extrusión y sometieron a ensayos para MOR, resistencia a la tensión Z-dirección y energía de firmeza de acuerdo con ASTM (American Standard Test Method) C1185-98a titulado "Standard Test Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles, and

Clapboards". Como se presenta en la Figura 4, los materiales extruidos de compuestos reforzados con fibras elaborados con fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada, presentan 18% aproximadamente de mejoramiento en MOR, 7% aproximadamente de mejoramiento en la resistencia a la tensión Z-dirección y 200% aproximadamente de mejoramiento en la firmeza en comparación con los materiales extruidos de compuestos reforzados con fibra de una formulación equivalente, sin embargo, sin las fibras tratadas químicamente.

### Ejemplo 3

En este ejemplo, las formulaciones de las muestras E y F fueron substancialmente las mismas excepto que se utilizaron fibras distintas: 9% en peso aproximadamente de fibras (fibra tratada químicamente con capacidad de dispersión mejorada o fibra regular sin tratada); 10% aproximadamente de hidrato de silicato de calcio el cual, en una modalidad, se utiliza como un modificador de densidad, 1,5% aproximadamente de metilcelulosa la cual, en una modalidad, se utiliza como un modificador de aditivo-viscosidad, 39,75% aproximadamente de cemento Pórtland y 39,75% aproximadamente de sílice molido. Las fibras utilizadas en la muestra E se trataron químicamente con una emulsión de surfactante, mezcla 50:50 aproximadamente de di(hidrogenado sebo) dimetil amonio cloruro (CAS número 61789-80-8) y cloruro alquil-benzil-dimetil amonio (CAS número 61789-72-8) mediante la técnica de pulverización en seco. La dosificación total del dispersante fue de 0,06% aproximadamente de la masa de fibra seca en horno. El tratamiento se realizó a temperatura ambiente antes de la fibración. Las fibras utilizadas en la Muestra F fueron fibras regulares sin tratar. Luego, los especímenes de los materiales de compuesto de cemento de fibra se formaron mediante la utilización de extrusión. Las muestras extruidas se procuraron a 150°C aproximadamente durante 12 horas aproximadamente y luego se curaron mediante autoclave a 185°C durante 12 horas aproximadamente. Algunas propiedades claves físicas y mecánicas se presentan en Tabla 3.

Tabla 3: Comparación de propiedades claves físicas y mecánicas de materiales extruidos de cemento de fibras mediante la utilización de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada y fibras regulares de celulosa

Propiedades físicas	Muestras	
	E	F (Control)
MOR/Peso de fibra (Mpa/Kg)	0,68	0,61
Resistencia/Peso de fibra ( $\mu\text{m/m-Kg}$ )	501	465
Firmeza/Peso de fibra (KJ/m <sup>3</sup> -Kg)	0,27	0,13

La Tabla 3 proporciona una comparación ilustrativa de las propiedades claves mecánicas y físicas de productos de cemento de fibras que incorporan fibras de celulosa tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada y aquellas que son fibras convencionales sin tratar. Las muestras se realizaron con formulaciones equivalentes excepto por el tipo de fibras utilizadas. Los valores promedio de resistencia y firmeza se determinaron mediante la utilización de un análisis de enlace de tres puntos de acuerdo con ASTM (American Standard Test Method) C1185-98a titulado "Standard Test Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles and Clapboards". Esta modalidad de la invención incrementa el MOR por kilogramo de fibra utilizado en 11% aproximadamente, la resistencia por kilogramo de fibra utilizado en 7% aproximadamente y la firmeza por kilogramo de fibra utilizado en 100% aproximadamente. Los valores de resistencia y firmeza por kilogramo de fibra utilizado son indicativos del grado de eficacia reforzada de fibras. Los mejoramientos en las eficacias del reforzamiento con fibras comúnmente se reflejan en mayores valores de resistencia y firmeza por kilogramo de fibra añadida. De este modo, los resultados en la Tabla 3 indican que la adición de fibras tratadas químicamente mejoró la eficacia reforzadora de fibras del

material en cuanto los valores de la energía de resistencia y firmeza por kilogramo de fibra añadida para los materiales elaborados con fibras tratadas químicamente son mayores que aquellos de los materiales elaborados con una formulación equivalente sin las fibras tratadas químicamente.

### Conclusión

En general, se apreciará que las modalidades preferidas de la invención presente, en particular una fibra de celulosa tratada químicamente incorporada en un material de construcción de cemento de fibra, comprende varias ventajas sobre la técnica anterior. Estos materiales, elaborados de acuerdo con las formulaciones y procesos preferidos comprenden una mejor dispersión de las fibras y una mayor eficacia de reforzamiento con fibras, de este modo se requiere menos dosificación de fibras para alcanzar las propiedades físicas y mecánicas requeridas. Además, la eficacia mejorada de reforzamiento con fibras también conduce a propiedades físicas y mecánicas mejoradas como un mayor módulo de ruptura, mayor resistencia a la tensión Z-dirección, mayor firmeza, mayor resistencia y mejor resistencia de enlaces insertados entre láminas. Las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada también mejoran la resistencia al agua y la suavidad de la superficie de los productos finales y reducen el costo en la utilización de fibras.

Las fibras tratadas químicamente de las modalidades preferidas de la invención presente comprenden enlace de hidrógeno reducido inter-fibra e intra-fibra y de este modo pueden dispersarse más rápidamente en una mezcla. Una vez dispersas en una mezcla, las fibras tratadas químicamente tienden a permanecer dispersas y es substancialmente menos probable que se re-agrupen y formen grupos cuando se detiene la mezcla mecánica. Las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se pueden distribuir rápidamente y uniformemente en la totalidad de una matriz cementicia, de este modo se elimina la necesidad de añadir mayor dosificación de fibras para compensar la deficiente dispersión de ellas. En una modalidad, la utilización de fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada resulta en una reducción del 5% aproximadamente, en la

dosificación de las fibras añadidas al material de construcción mientras se obtienen las mismas propiedades físicas y mecánicas. Las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada también comprenden una mejor capacidad de dispersión en todos los tipos de soluciones acuosas. Además, el tratamiento de fibras de celulosa con dispersantes permitirá que se utilicen fibras largas y cortas en procesos húmedos y semi-húmedos de elaboración de materiales de compuestos de cemento de fibras.

Se apreciará que las formulaciones de cemento de fibras se seleccionan para propósitos de comparación solamente y que una variedad de otras formulaciones se puede utilizar sin apartarse del área de la invención presente. En adición, a los productos de cemento de fibras, otros materiales también pueden utilizar fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión en la formulación para mejorar las propiedades mecánicas y físicas del material. También se apreciará que gran cantidad de tratamientos con fibras como plaste de fibras, tratamiento de biocida y carga de fibras se pueden combinar con tratamiento dispersante para proporcionar la fibra tratada y el material de compuesto de cemento de fibra con incluso más propiedades preferidas.

Las modalidades preferidas comprenden una capacidad de aplicación a una cantidad de aplicaciones de productos de construcción, incluidos, sin embargo, no limitados a techumbre, pavimentación, paneles exteriores e interiores, plataformas, cañerías, soportes de cerámicas, tablas de forro, decoración, soffito y cercado. Sin embargo, se apreciará que el área de la capacidad de aplicación de las modalidades preferidas también puede incluir, sin embargo, no limitarse a, materiales y/o productos de no-construcción con matrices no-cementicias. Las modalidades ilustradas y descritas anteriormente se proporcionan como ejemplos de ciertas modalidades preferidas de la invención. Se puede realizar gran cantidad de cambios y modificaciones a partir de las modalidades presentadas aquí por aquellos experimentados en la técnica apartarse del espíritu y área de esta invención.

### **REIVINDICACIONES**

1. Un material constructor que incorpora fibras, CARACTERIZADO porque una porción de las fibras se trata al menos parcialmente con un dispersante para formar fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada, de modo que ellas se puedan dispersar más rápidamente en el material constructor.
2. El material constructor de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el dispersante une los grupos hidroxilos en la superficie de la fibra de modo de inhibir substancialmente los enlaces entre los grupos hidroxilos de fibras distintas, de modo de reducir substancialmente el enlace de hidrógeno inter-fibras.
3. El material constructor de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el dispersante une los grupos hidroxilos en la superficie de la fibra de modo de inhibir substancialmente los enlaces entre los grupos hidroxilos de la misma fibra, con el fin de reducir substancialmente los enlaces de hidrógeno intra-fibras.
4. El material constructor de la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque el dispersante bloquea físicamente los grupos hidroxilos de enlazarse con grupos hidroxilos de fibras distintas.
5. El material constructor de la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque el dispersante comprende al menos un grupo funcional que se une químicamente a los grupos hidroxilos en la superficie de la fibra con el fin de impedir substancialmente que los grupos hidroxilos se enlacen con grupos hidroxilos de fibras distintas.
6. El material constructor de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el dispersante comprende un surfactante que imparte la capacidad de dispersión mejorada a las fibras en un medio acuoso.
7. El material constructor de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el

dispersante comprende compuestos orgánicos seleccionados del grupo constituido por compuestos de poliamina, surfactantes catiónicos cuaternariamina, surfactantes catiónicos, surfactantes aniónicos, surfactantes no iónicos, alquilalcoxilsilano, alcoxilsilano, organosilano de haluro y mezclas de ellos.

8. El material constructor de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el dispersante comprende 0,001%-20% aproximadamente del peso seco en horno de las fibras.
9. El material constructor de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el dispersante comprende un despegador.
10. El material constructor de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque las fibras son fibras de celulosa.
11. El material constructor de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque comprende una matriz polimérica, donde las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se incorporan en la matriz polimérica.
12. El material constructor de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque comprende una matriz cementicia, donde las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada se incorporan en la matriz cementicia.
13. El material constructor de la reivindicación 12, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente son fibras de celulosa.
14. El material constructor de la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque las fibras de celulosa son fibras de celulosa individualizadas.
15. El material constructor de la reivindicación 12, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente comprenden 0,5%-20% en peso aproximadamente del material constructor.
16. El material constructor de la reivindicación 12, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente comprenden 4%-12% en peso aproximadamente del material constructor.

17. El material constructor de la reivindicación 10, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente comprenden fibras con una longitud promedio de longitud-peso mayor a 1mm aproximadamente
18. El material constructor de la reivindicación 10, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente comprenden fibras con una longitud promedio de longitud-peso de hasta 1mm aproximadamente
19. El material constructor de la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque comprende una formulación de cemento de fibras que comprende cemento, agregados, fibras y aditivos.
20. El material constructor de la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente comprenden fibras de celulosa que se fibrilan a una libertad entre 100 a 700 grados aproximadamente de Canadian Standard Freeness.
21. El material constructor de la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente comprenden fibras de celulosa sin fibrilar.
22. El material constructor de la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente comprenden fibras de celulosa que se fibrilan mediante un proceso seleccionado del grupo constituido por molido con martillo, molido con bolas, molido con rodillo, trituración y deslaminado, donde el proceso de fibración se puede realizar antes, durante o después de tratar químicamente las fibras.
23. El material constructor de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente comprenden pulpas de pelusas tratadas con un agente sin enlaces.
24. Un método para elaborar un material constructor, CARACTERIZADO porque comprende:  
proporcionar fibras;  
tratar al menos una porción de las fibras con un dispersante para formar fibras

tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada, donde el dispersante imparte capacidad de dispersión mejorada de las fibras en la fase acuosa;

mezclar las fibras con un material de fijación y otros ingredientes para formar una mezcla;

formar la mezcla en un artículo de un tamaño y forma pre-seleccionados; y

curar el artículo de modo de formar un material constructor de compuesto reforzado con fibras.

25. El método de la reivindicación 24, CARACTERIZADO porque el suministro de las fibras comprende proporcionar fibras de celulosa.
26. El método de la reivindicación 24, CARACTERIZADO porque el tratamiento de las fibras comprende tratarlas en una solución que contiene surfactantes.
27. El método de la reivindicación 24, CARACTERIZADO porque el tratamiento de las fibras comprende aplicar entre 0,001%-20% aproximadamente de dispersantes a las fibras en masa de fibras.
28. El método de la reivindicación 24, CARACTERIZADO porque el tratamiento de las fibras comprende enlazar químicamente un dispersante con la superficie de la fibra en un modo tal que el dispersante bloquee substancialmente al menos una porción de los grupos hidroxilos en la superficie de la fibra.
29. El método de la reivindicación 24, CARACTERIZADO porque el tratamiento de las fibras comprende utilizar un proceso de pulverización en seco para depositar dispersantes en la superficie de la fibra.
30. El método de la reivindicación 24, CARACTERIZADO porque la mezcla de las fibras con un material de fijación comprende mezclar las fibras tratadas químicamente con un material de fijación cementicia de modo de formar una mezcla de cemento de fibra.
31. El método de la reivindicación 24, CARACTERIZADO porque mezclar las fibras con un material de fijación comprende mezclar las fibras tratadas

químicamente con un material de fijación polimérico.

32. El método de la reivindicación 24, CARACTERIZADO porque el suministro de las fibras comprende fibrarlas.
33. El método de la reivindicación 24, CARACTERIZADO porque el suministro de las fibras comprende remover químicamente las ligninas de ellas de modo de individualizar las fibras.
34. El método de la reivindicación 30, CARACTERIZADO porque la formación de la mezcla en un artículo comprende la utilización de un proceso seleccionado del grupo constituido por proceso de extrusión, moldeo por inyección, moldeo y proceso Hatschek.
35. El método de la reivindicación 30, CARACTERIZADO porque mezclar las fibras tratadas químicamente con un material de fijación cementicia comprende formar una mezcla de 0,5%-20% en peso aproximadamente de las fibras tratadas químicamente.
36. El método de la reivindicación 25, CARACTERIZADO porque el suministro de las fibras comprende proporcionar fibras de celulosa con una longitud promedio de longitud-peso de 0,01 a 7,0 mm aproximadamente.
37. El método de la reivindicación 25, CARACTERIZADO porque el suministro de fibras comprende la proporción de pulpa de celulosa especialmente de pelusas con un agente sin enlaces.
38. El método de la reivindicación 25, CARACTERIZADO porque el suministro de las fibras comprende la proporción de fibras de celulosa que se fibrilan mediante un método seleccionado del grupo constituido por deslaminado, refinador e hidrapulper de pulpa.
39. El método de la reivindicación 25, CARACTERIZADO porque el suministro de las fibras comprende la proporción de fibras de celulosa que se fibrilan a un nivel de libertad entre 100 y 700 grados aproximadamente Canadian Standard Freeness.

40. El método de la reivindicación 25, CARACTERIZADO porque el suministro de las fibras comprende la proporción de fibras de celulosa que se fibran mediante un proceso seleccionado del grupo constituido por molido con martillo, molido con bolas, molido con rodillo y trituración.
41. El método de la reivindicación 30, CARACTERIZADO porque la mezcla de las fibras tratadas químicamente con un material de fijación cementicia comprende introducir las fibras tratadas químicamente en forma seca en la mezcla cementicia.
42. El método de la reivindicación 30, CARACTERIZADO porque la formación de la mezcla en un artículo de un tamaño y forma pre-seleccionados comprende la utilización de un proceso seleccionado del grupo constituido por extrusión, proceso de laminado de la máquina Hatschek, formación de Fourdrinier, moldeo por inyección, moldeo, formación multi-cable, formación de hoja ahuecada, formación hoja/rodillo ahuecada, formación bel-rodillo, fundición, prensado con filtro, formación de rodillos, formación de cintas, guardado manual, proceso Magnani y proceso de cañería Mazza.
43. El método de la reivindicación 24, CARACTERIZADO porque la mezcla de las fibras comprende fibras tratadas químicamente y fibras sin tratar con el material de fijación para formar una mezcla.
44. Una formulación de material utilizada para formar un material de construcción, CARACTERIZADA porque comprende:  
 Un material de fijación hidráulico;  
 Un agregado;  
 Fibras, donde al menos una porción de las fibras se trata al menos parcialmente con un dispersante para formar fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada de modo que las fibras tratadas químicamente se pueden dispersar más rápidamente en una mezcla.
45. La formulación de la reivindicación 44, CARACTERIZADA porque el

dispersante une grupos hidroxilos en la superficie de la fibra de modo de inhibir substancialmente el enlace entre los grupos hidroxilos de fibras distintas, con el fin de reducir substancialmente el enlace de hidrógeno inter-fibras.

46. La formulación de la reivindicación 44, CARACTERIZADA porque las fibras comprenden fibras de celulosa.
47. La formulación de la reivindicación 46, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa comprenden 0,5%-20% aproximadamente de la formulación en peso.
48. La formulación de la reivindicación 47, CARACTERIZADA porque hasta 100% en peso aproximadamente de las fibras de celulosa se tratan, al menos parcialmente, con un dispersante.
49. La formulación de la reivindicación 46, CARACTERIZADA porque el dispersante comprende 0,001%-20% aproximadamente del peso seco en horno de las fibras de celulosa que se tratan al menos parcialmente con el dispersante.
50. La formulación de la reivindicación 45, CARACTERIZADA porque al menos una porción de las fibras se trata al menos parcialmente con un dispersante seleccionado del grupo constituido por compuestos de poliamina, surfactantes catiónicos cuaternariamina, alquilalcoxisilano, alcoxisilano y organosilano de haluro.
51. La formulación de la reivindicación 44, CARACTERIZADA porque el material de fijación hidráulico comprende 20%-50% en peso aproximadamente de cemento.
52. La formulación de la reivindicación 51, CARACTERIZADA porque el agregado comprende 20%-80% en peso aproximadamente de sílice.
53. La formulación de la reivindicación 52, CARACTERIZADA porque además comprende aditivos.
54. La formulación de la reivindicación 53, CARACTERIZADA porque los aditivos comprenden aditivos de baja densidad.
55. La formulación de la reivindicación 46, CARACTERIZADA porque las fibras

de celulosa comprenden fibras de celulosa individualizadas.

56. La formulación de la reivindicación 44, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada incrementan la firmeza del material de construcción en 20% aproximadamente, en comparación con un material de construcción elaborado de una formulación equivalente sin fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada.
57. La formulación de la reivindicación 44, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada incrementan la resistencia del material de construcción en más de 5% aproximadamente, en comparación con un material de construcción elaborado de una formulación equivalente sin fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada.
58. La formulación de la reivindicación 44, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada incrementan el módulo de ruptura del material de construcción en más de 5% aproximadamente, en comparación con un material de construcción elaborado de una formulación equivalente sin fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada.
59. La formulación de la reivindicación 44, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada incrementan la resistencia a la tracción Z-dirección del material de construcción en más de 10% aproximadamente, en comparación con un material de construcción elaborado de una formulación equivalente sin fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada.
60. La formulación de la reivindicación 44, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada reducen la dosificación de fibras en 5% aproximadamente, en comparación con un material de construcción elaborado de una formulación equivalente sin fibras tratadas

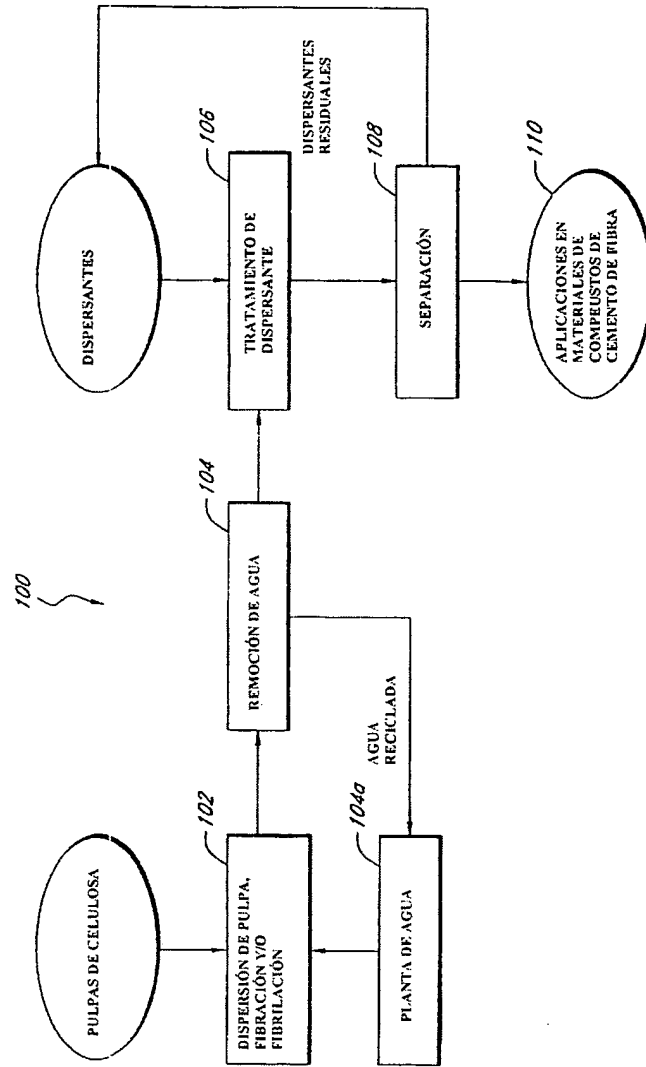
químicamente con capacidad de dispersión mejorada.

## **RESUMEN**

Un material de construcción reforzado con fibras en una modalidad incorpora fibras de celulosa que se tratan químicamente con un dispersante para impartir capacidad de dispersión mejorada a las fibras. Las fibras se tratan con un dispersante, el cual desactiva los sitios hidroxilos de las superficies de las fibras y en algunos casos, vuelve la superficie de la fibra más hidrofóbica. El dispersante inhibe los grupos hidroxilos en la superficie de fibra de celulosa del enlace con grupos hidroxilos de otras fibras y grupos hidroxilos en la misma fibra, de este modo se reduce significativamente el enlace de hidrógeno inter-fibra e intra-fibra. Las fibras tratadas se pueden dispersar rápidamente y distribuir uniformemente en la totalidad de una mezcla sin re-agruparse o re-unirse una vez que se detiene la acción mecánica de mezcla. Las fibras tratadas químicamente con capacidad de dispersión mejorada mejoran la eficacia de refuerzo y distribución de las fibras, lo cual a su vez mejora las propiedades claves mecánicas y físicas del material como el módulo de ruptura, resistencia a la tensión z-dirección y firmeza y terminaciones de la superficie. Con eficacia mejorada de refuerzo de fibras, se requiere menos dosificación de fibras para lograr las propiedades físicas y mecánicas requeridas.

### **Título:**

## **MATERIALES DE COMPUESTOS DE CEMENTO REFORZADOS CON FIBRAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE FIBRAS TRATADAS QUÍMICAMENTE CON CAPACIDAD DE DISPERSIÓN MEJORADA**



TRATAMIENTO DE DISPERSANTE EN SOLUCIÓN

FIG. 1

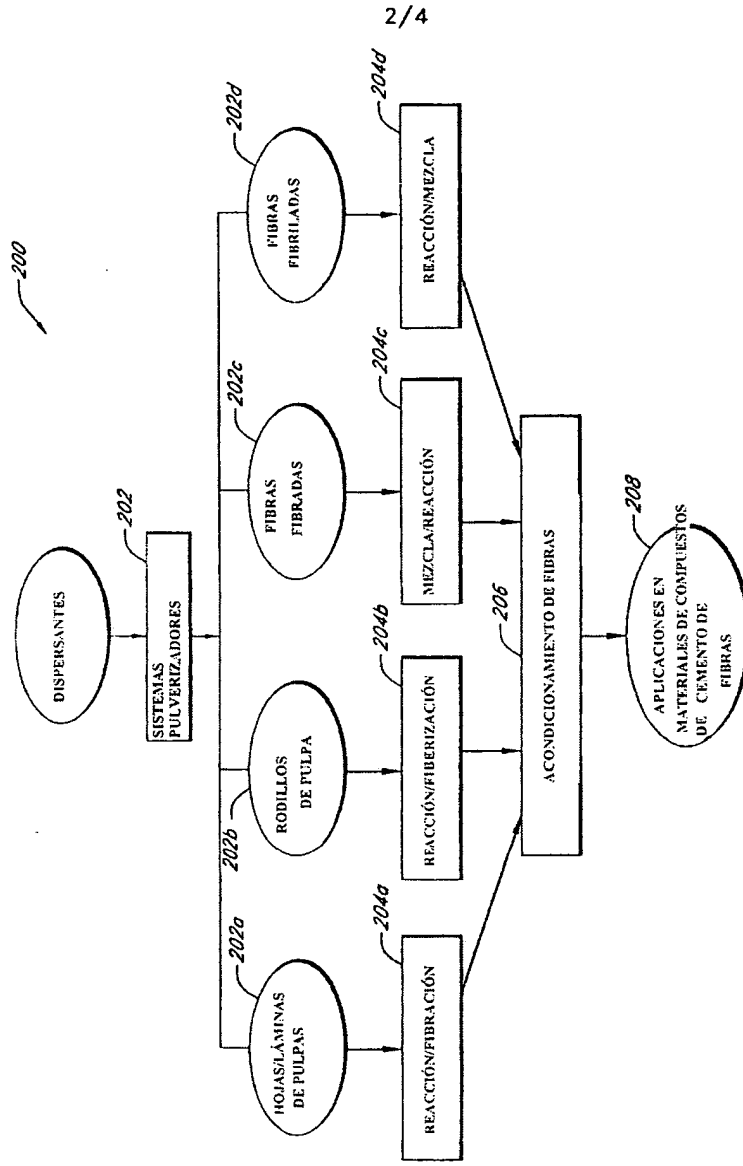


FIG. 2

GRAN CANTIDAD DE MODALIDADES DEL TRATAMIENTO DISPERSANTE POR MEDIO DE PULVERIZACIÓN SECA

3/4

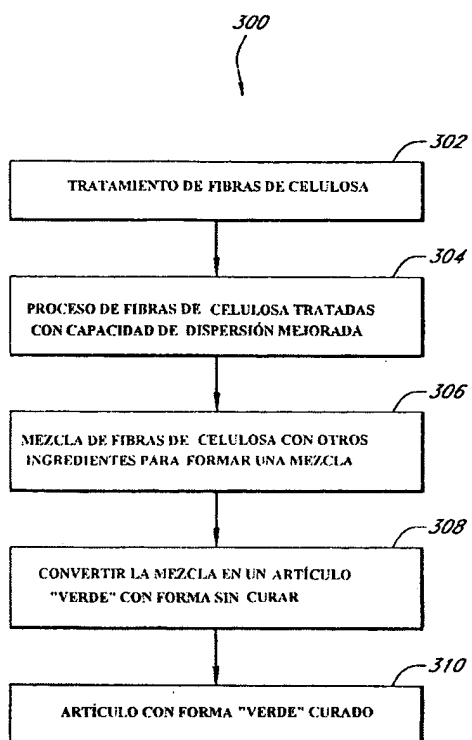


FIG. 3

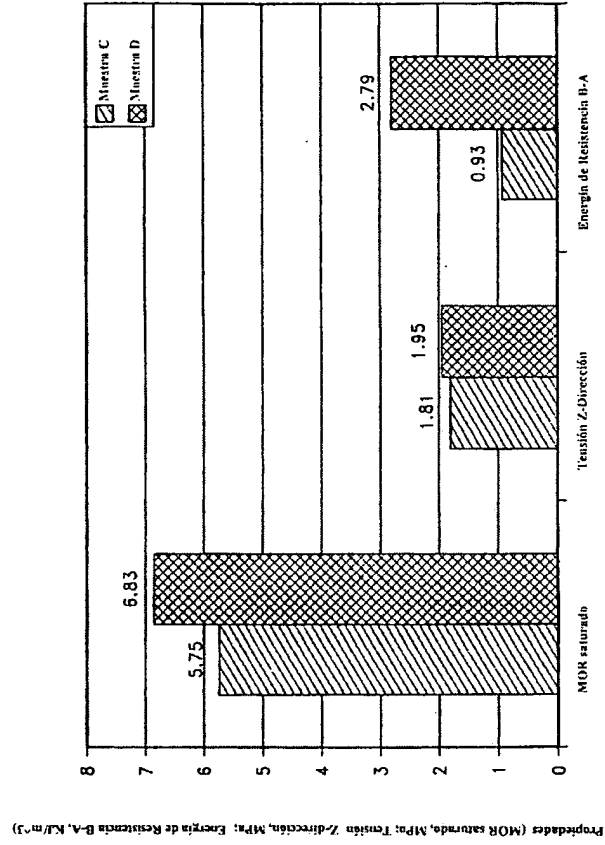


FIG. 4